

الباب
الثاني

التحليل الكيمائي

الدرس الأول

أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

الدرس الثاني

أنيونات حمض الكبريتيك المركز
أنيونات محلول كلوريد الباريوم

الدرس الثالث

الكشف عن الشقوق القاعدية

الدرس الرابع

التحليل الحجمي

الدرس الخامس

التحليل الكثلي

Chemical Analysis

التحليل الكيميائي

التحليل الكيميائي :- هو أحد فروع الكيمياء الذي يهتم بدراسة الطرق والأجهزة المستخدمة في معرفة العناصر المكونة للمواد ونسبة كل عنصر أو مكون في المركب

ساهم التحليل الكيميائي بدور كبير في تقدم العلم مثل الطب والزراعة

في مجال الطب :

- ١- تشخيص الأمراض.
- ٢- تقدير نسب السكر والزلال والبولينا والكوليسترول.
- ٣- تسهيل مهمة الطبيب في التشخيص والعلاج.
- ٤- تقدير كمية المكونات الفعالة في الدواء.

في مجال الزراعة :

- ١- معرفة خواصة التربة من حيث الحموضة والقاعدية وبالتالي تحسين خواص التربة و المحاصيل .
- ٢- معرفة نوع ونسب العناصر الموجودة بها وبالتالي يمكن معالجتها بإضافة الاسمدة المناسبة .

في مجال الصناعة :

التحليل الكيميائي للغامات والمنتجات لتحديد مدى مطابقتها للمواصفات القياسية

في مجال خدمة البيئة :

- ١- معرفة وقياس محتوى المياه والاعذية من الملوثات البيئية الضارة .
- ٢- معرفة نسب غازات اول اكسيد الكربون وثاني اكسيد الكبريت واكاسيد النيتروجين في الجو .

انواع التحليل الكيميائي :

■ يتم التحليل الكيميائي للمادة بنوعين من التحاليل:

التحليل الكمي

يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة

ولا بد من إجراء عملية التحليل الكيفي أولاً للتعرف على مكونات المادة حتى يمكن اختيار نسب الطرق لتحليلها كميّاً

التحليل الكيفي (الموصفي) (النوعي)

يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملحا بسيطاً) او مخلوطاً من عدة مواد

هو عبارة عن سلسلة من التفاعلات المختارة المناسبة تجري للكشف عن نوع المكونات الأساسية لمادة على أساس التغيرات الحادثة في هذه التفاعلات

أولاً التحليل الكيماوي الوصفي (الكيفي أو النوعي)

- ذكرنا أن التحليل الوصفي يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت مادة نقية أو مخلوطاً من عدة مواد فإذا كانت مادة نقية فإنه يمكن التعرف عليها من ثوابتها الفيزيائية مثل درجة الانصهار ودرجة الغليان والكتلة المولية إلخ
- وإذا كانت مخلوطاً فيجب أولاً إجراء فصل المواد النقية كل على حدة ثم الكشف عنها بالطرق الكيميائية باستخدام الكواشف المناسبة
- ويضم التحليل الكيماوي الوصفي فرعين:

١ - تحليل المركبات العضوية	٢ - تحليل المركبات غير العضوية
يتم فيه الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بفرض التعرف على المركب .	يتم فيها التعرف على الأيونات التي يتكون منها المركب غير العضوي . ويشمل الكشف عن الكاتيونات (الشق القاعدي) والأنيونات (الشق الحمضي) .

وسنكتفي في دراسة التحليل الوصفي على الكشف عن الكاتيونات والأنيونات في المركبات غير العضوية

(١) الكشف عن الأنيونات (الشق الحمضي)

يمكن تقسيم الأنيونات إلى ثلاث مجموعات لكل منها كاشف معين وهذه المجموعات هي :

١ - أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

٢ - أنيونات حمض الكبريتيك المركز

٣ - أنيونات محلول كلوريد الباريوم

(1) مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

وتشمل هذه المجموعة أنيونات الكربونات CO_3^{2-} ، والبيكربونات HCO_3^- ، والكبريتيت SO_3^{2-} ، والكبريتيد S^{2-} ، والثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$ ، والنيترت NO_2^- .

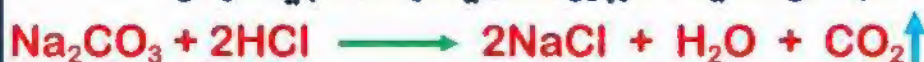
الأساس العلمي : يعتمد أساس هذا الكشف على أن حمض الهيدروكلوريك أثبت من الأحماض التي اشتقت منها هذه الأنيونات وعند تفاعل الحمض مع أملاح هذه الأنيونات فإن الحمض الأكثر ثباتاً يطرد هذه الأحماض الأقل ثباتاً والسهولة التطاير أو الإنحلال على هيئة **غازات** يمكن التعرف عليها بالكاشف المناسب ويفضل التسخين الهين الذي يساعد على طرد الغازات .

إى أن حمض الهيدروكلوريك أكثر ثباتاً من الأحماض الآتية: حمض الكربونيك (H_2CO_3) ، حمض الكبريتوز (H_2SO_3) ، حمض الهيدروكبريتيك (H_2S) ، حمض الثيوكبريتيك ($H_2S_2O_3$) ، حمض النيتروز (HNO_2)

الكشف عنه [التجربة الأساسية]

الأيون الرمز

الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير الراق



يمرر الغاز لفترة قصيرة حتى لا تتحول كربونات الكالسيوم إلى بيكربونات كالسيوم فيحترق الراسب



الكربونات



التجربة التأكيدية

محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم يتكون راسب أبيض على البارد يذوب في حمض الهيدروكلوريك



ملحوظة: جميع كربونات الفلزات لا تذوب في الماء عدا كربونات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم وتذوب جميعها في الأحماض



الكشف عنه [التجربة الأساسية]

الأيون الرمز

الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير الراق



ملحوظة: جميع البيكربونات قابلة للذوبان في الماء

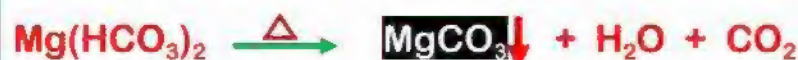
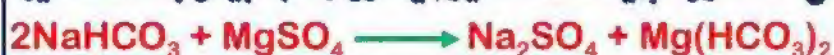


البيكربونات



التجربة التأكيدية

محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم يتكون راسب أبيض بعد التسخين



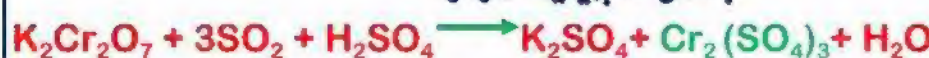
الكشف عنه [التجربة الأساسية]

الأيون الرمز

الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف يتصاعد ثاني أكسيد الكبريت ذي الرائحة النفاذة



يخضر ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز

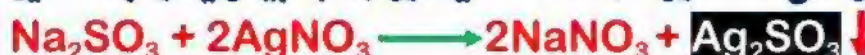


الكبريتيت



التجربة التأكيدية

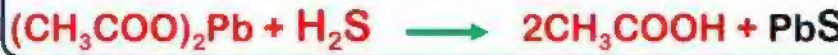
محلول الملح + محلول نترات الفضة يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين



الكشف عنه [التجربة الأساسية]

الأيون الرمز

المح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين
ذو الرائحة الكريهة



التجربة التأكيدية

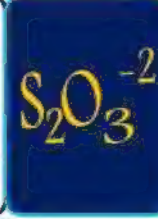
محلول الملح + محلول نترات الفضة يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة



الكشف عنه [التجربة الأساسية]

الأيون الرمز

المح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف يتصاعد ثاني أكسيد الكبريت
ويظهر راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت في المحلول



التجربة التأكيدية

محلول الملح + محلول اليود — يزول لون اليود البنى



الكشف عنه [التجربة الأساسية]

الأيون الرمز

المح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف يتصاعد أكسيد النيتريك
عديم اللون

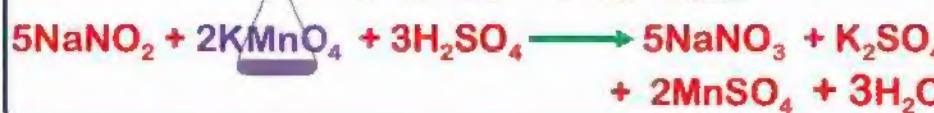


يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البنى المحمر



التجربة التأكيدية

محلول الملح + محلول برمنجانات البوتاسيوم المحمضة بـ حمض الكبريتيك المركز
يزول اللون البنفسجي للبرمنجانات



علل: (١) يستخدم حمض الهيدروكلوريك في الكشف عن النيتريت ولا يستخدم للكشف عن النترات.

(٢) تعكر ماء الجير عند أمرار CO_2 فيه لمدة قصيرة واختفاء التعكير عند أمراره لفترة طويلة.

(٣) تعلق راسب أصفر عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى ملح ثيوكبريتات الصوديوم.

كيف نميز بين: كربونات الصوديوم و بيكربونات الصوديوم.

التجربة	كربونات الصوديوم	بيكربونات الصوديوم
محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم	يتكون راسب أبيض في الحال على البارد بسبب تكون كربونات الماغنسيوم التي لا تذوب في الماء	يتكون راسب أبيض بعد التسخين بسبب انحلال بيكربونات الماغنسيوم إلى كربونات ماغنسيوم وماء
	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{MgSO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MgCO}_3$	$2\text{NaHCO}_3 + \text{MgSO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \longrightarrow \text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

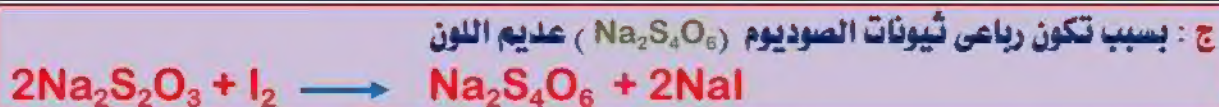
كيف نميز بين: كبريتيت الصوديوم و كبريتيد الصوديوم.

التجربة	كبريتيت الصوديوم	كبريتيد الصوديوم
الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز عديم اللون رائحته نفاذه يخضر ورقة ميللة بثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز	يتصاعد غاز عديم اللون رائحته كريهة يسود ورقة ميللة إسيتات (خلات) الرصاص
	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{S} + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{S}$ $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{PbS}$
أو باستخدام محلول نترات الفضة + محلول الملح	يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين (مع كتابة المعادلات الكيميائية الموزونة)	يتكون راسب أسود (مع كتابة المعادلات الكيميائية الموزونة)

كيف نميز بين: ثيوكبريتات الصوديوم و نترات الصوديوم.

التجربة	ثيوكبريتات الصوديوم	نترات الصوديوم
الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز عديم اللون رائحته نفاذه مع ظهور راسب أصفر بسبب تعلق الكبريت	لا يحدث تفاعل لأن حمض الهيدروكلوريك أقل ثباتاً من حمض النيتريك (HNO ₃) المشتق منه أنيون النترات (NO ₃ ⁻)
	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 + \text{S}$	

عل: (١) يزول لون اليود البنى عند إضافة محلول ثيوكبريتات الصوديوم إليه.



(2) مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز

■ وتشمل هذه المجموعة الأنيونات التالية :

الكلوريد (Cl⁻) - البروميد (Br⁻) - اليوديد (I⁻) - النترات (NO₃⁻)

الأساس العلمي : يعتمد أساس هذا الكشف على أن حمض الكبريتيك المركز أكثر ثباتاً من الأحماض التي اشتقت منها هذه الأنيونات وعند إضافة حمض الكبريتيك المركز لأملاح هذه الأنيونات ثم التسخين تنفصل هذه الأحماض في صورة غازية يمكن الكشف عنها بالكواشف المناسبة

إى أن حمض الكبريتيك أكثر ثباتاً من: حمض الهيدروكلوريك (HCl) ، حمض الهيدروبروميك (HBr) ، حمض الهيدروبيديك (HI) ، حمض النتريك (HNO₃) ، وجميعها أكثر ثباتاً من حمض الهيدروكلوريك

الكشف عنه [التجربة الأساسية]

الأنيون الرمز

المح الصلب + حمض الكبريتيك المركز يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون
 $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow$
 الذى يكون سحب بيضاء مع ساق مبللة بمحلول النشادر
 $\text{HCl} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ سحب بيضاء



التجربة التأكيدية

محلول الملح + محلول نترات الفضة يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة
 $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \longrightarrow \text{NaNO}_3 + \text{AgCl} \downarrow$ راسب أبيض
 يصير بنفسجياً عند تعرضه للضوء. يذوب في محلول النشادر المركز

الكشف عنه [التجربة الأساسية]

الأنيون الرمز

المح الصلب + حمض الكبريتيك المركز يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون
 $2\text{NaBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{conc./heat}} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr} \uparrow$
 الذى يتأكسد جزئياً وتنفصل أبخرة برتقالية حمراء تسبب إصفرار ورقة مبللة بمحلول النشادر
 $2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{conc.}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 + \text{Br}_2$ برتقالية حمراء



التجربة التأكيدية

محلول الملح + محلول نترات الفضة يتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة
 $\text{NaBr} + \text{AgNO}_3 \longrightarrow \text{NaNO}_3 + \text{AgBr} \downarrow$ راسب أبيض مصفر
 يصير داكناً عند تعرضه للضوء. يذوب ببطء في محلول النشادر المركز



الكشف عنه [التجربة الأساسية]

الأيون الرمز

المح الصلب + حمض الكبريتيك المركز يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون



يتأكسد جزئياً بسرعة وتنفصل أبخرة اليود بلونها البنفسجي تسبب زرقة ورقة مبللة بمحلول النشا



اليوديد

التجربة التأكيدية

محلول الملح + محلول نترات الفضة يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة



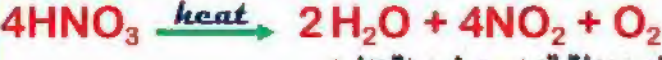
لا يذوب في محلول النشادر

الكشف عنه [التجربة الأساسية]

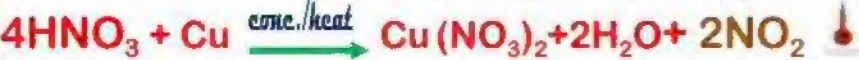
الأيون الرمز

المح الصلب + حمض الكبريتيك المركز تتصاعد أبخرة بنية محمرة من ثاني أكسيد النيتروجين

نتيجة لتحليل حمض النيتريك المنفصل



وتزداد كثافة الأبخرة عند إضافة قليل من خراطة النحاس



النترات

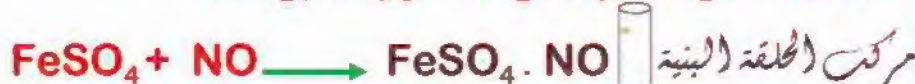
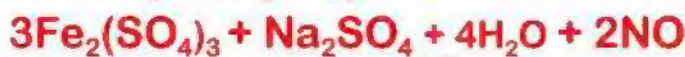
التجربة التأكيدية

اختبار الحلقة بنية

محلول ملح النترات + محلول حديث التحضير من كبريتات الحديد (III) + قطرات من

حمض الكبريتيك المركز تضاف بحرص على السطح الداخلي لأنبوبة الاختبار فتتكون

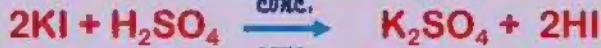
حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل



مركب الحلقة البنية
تزول الحلقة البنية بالرج أو التسخين

علل: عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى ملح يوديد البوتاسيوم تتصاعد أبخرة بنفسجية.

ج: بسبب تكون يوديد الهيدروجين عديم اللون الذي يتأكسد جزئياً وتنفصل أبخرة اليود البنفسجية



سؤال : رتب الأحماض الأتية تصاعدياً حسب ثباتها :

حمض الهيدروكلوريك ، حمض النيتريك ، حمض الكبريتيك ، حمض الكبريتوز

الغازات المتصاعدة من أنيونات حمض الهيدروكلوريك والكشف عنها

عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى الملح الصلب يتصاعد غاز

الغاز	الكشف عنه	الأنيون المحتمل
CO ₂	يمرر على ماء الجير الرائق فيتعكر	كربونات أو بيكربونات
SO ₂	يمرر على ورقة مبللة بثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بـ حمض الكبريتيك المركز تتحول لـ اللون الأخضر	كبريتيت ثيوكبريتات إذا تعلق راسب أصفر
H ₂ S	يمرر على ورقة مبللة بأسيتات (خلاص) الرصاص تتحول لـ اللون الأسود	كبريتيد
NO	تعرضه للهواء الجوي عند فوهة الأنبوبة يتحول لـ اللون البنّي المحمر (بسبب تكون NO ₂)	نيتريت

الغازات المتصاعدة من أنيونات حمض الكبريتيك والكشف عنها

عند إضافة حمض الكبريتيك إلى الملح الصلب يتصاعد غاز

الغاز	الكشف عنه	الأنيون المحتمل
HCl	يمرر على ساق مبللة بالنشادر تتكون سحب بيضاء	كلوريد
HBr	يتأكسد سريعاً وتنفصل أبخرة برتقالية حمراء	بروميد
HI	يتأكسد سريعاً وتنفصل أبخرة بنفسجية	يوديد
NO ₂	اللون البنّي المحمر (تزيد كثافته بإضافة خراطة نحاس)	نترات

تجارب تأكيدية يُستخدم فيها محلول نترات الفضة

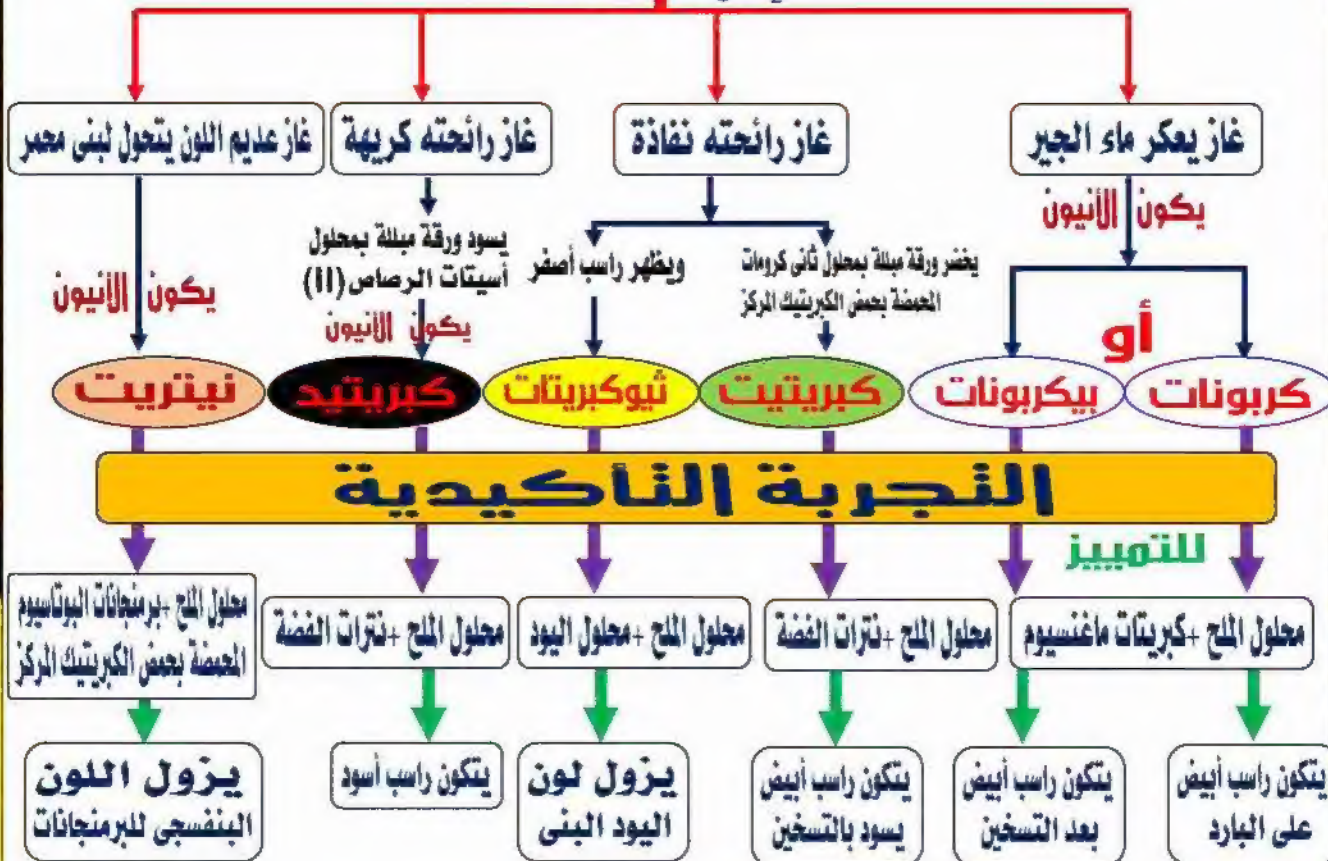
محلول الملح - محلول نترات الفضة

الأنيون	المشاهدة
كلوريد	يتكون راسب أبيض يصير بنفسجياً عند تعرضه للضوء ويزوب في محلول النشادر المركز
بروميد	يتكون راسب أبيض مصفر يصير داكناً عند تعرضه للضوء ويزوب ببطء في محلول النشادر المركز
يوديد	يتكون راسب أصفر ولا يذوب في محلول النشادر المركز
كبريتيت	يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين
كبريتيد	يتكون راسب أسود
فوسفات	يتكون راسب أصفر يذوب في محلول النشادر وفي حمض النيتريك

ملخص الكشف عن أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

التجربة الأساسية: الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

إذا تصاعد



ملخص الكشف عن أنيونات حمض الكبريتيك المركز

التجربة الأساسية: الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز

إذا تصاعد



(3) مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم

■ تشمل هذه المجموعة أنيونات : الفوسفات (PO_4^{-3}) والكبريتات (SO_4^{-2})

■ أنيونات هذه المجموعة لا تتفاعل مع أيّاً من حمض الهيدروكلوريك المخفف أو حمض الكبريتيك

المركز ولكن هذه الأنيونات تعطي محاليل أملاحها **راسباً** مع محلول كلوريد الباريوم

علل: لا يستخدم أيّاً من حمض الهيدروكلوريك المخفف أو حمض الكبريتيك المركز في الكشف عن أنيونات الفوسفات والكبريتات بينما يستخدم محلول كلوريد الباريوم.

الكشف عنه [التجربة الأساسية]

الأنيون الرمز

محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم
يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف



محلول الملح + محلول نترات الفضة يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة
يذوب في كل من محلول النشادر وحمض النيتريك

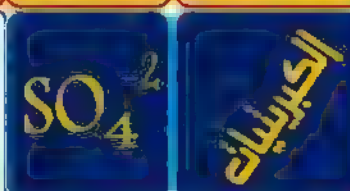
التجربة التأكيدية



الكشف عنه [التجربة الأساسية]

الأنيون الرمز

محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم
لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف



محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص (II) يكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص (II)

التجربة التأكيدية



كيف نميز بين: يوديد الفضة وفوسفات الفضة (باستخدام محلول النشادر) .

كيف نميز بين: كبريتات الباريوم وفوسفات الباريوم (باستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف) .

لديك ثلاث أملاح للصوديوم [A , B , C] : تم عمل ثلاث محاليل لهذه الأملاح ثم

أضيف لكل منها محلول نترات الفضة فإذا كانت النتائج كالاتي : محلول [A] : يعطي راسب أسود .

محلول [B] : يعطي راسب أبيض . محلول [C] : يعطي راسب أصفر لا يذوب في محلول النشادر .

حدد أنيونات الأملاح الثلاثة مع كتابة معادلات التفاعلات العائدة

ملخص الكشف عن أنيونات محلول كلوريد الباريوم

التجربة الأساسية: محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم



(ب) الكشف عن الشق القاعدي في الأملاح البسيطة

■ يعتبر الكشف عن الشق القاعدي أكثر تعقيداً من الكشف عن الشق العائضي . (علل)

■ وذلك بسبب :

١- كثرة عدد الشقوق القاعدية .

٢- التداخل فيما بينها

٣- إمكانية وجود الشق الواحد في أكثر من حالة تأكسد

■ نقسم الشقوق القاعدية إلى **سنة مجموعات** : تسمى المجموعات التحليلية

■ لكل مجموعة كاشف معين يسمى **كاشف المجموعة** ويعتمد هذا التقسيم على اختلاف ذوبان أملاح هذه الفلزات في الماء

المجموعة التحليلية	كاشف المجموعة	الهيئة التي تترسب عليها
الأولى	حمض الهيدروكلوريك المخفف	كلوريدات
الثانية	$H_2S + HCl (dil)$	كبريتيدات
الثالثة	هيدروكسيد الأمونيوم	هيدروكسيدات
الرابعة	كربونات الأمونيوم	كربونات

المجموعة التحليلية الأولى

كاثيوناتها : الفضة (I) ، الزئبق (I) ، الرصاص (II)

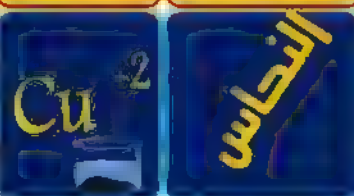
المجموعة التحليلية الثانية

أحد كاثيوناتها : النحاس (II)

تترسب كاتيونات المجموعة التحليلية الثانية على هيئة كبريتيدات في الوسط الحامض ويتم ذلك بإذابة الملح في الماء وإضافة حمض هيدروكلوريك مخفف ليصير المحلول حامضياً ثم يمرر فيه غاز كبريتيد الهيدروجين .

الكاثيون الرمز نفاعله مع كاشف المجموعة [النجربة الأساسية]

محلول ملح النحاس (II) + كاشف المجموعة ($HCl + H_2S$) يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس (II) يذوب في حمض النيتريك الساخن



المجموعة التحليلية الثالثة

من كاثيوناتها : الألومنيوم ، الحديد (II) ، الحديد (III)

تترسب كاتيونات المجموعة التحليلية الثالثة على هيئة هيدروكسيدات بإضافة هيدروكسيد الأمونيوم

علل : يستخدم هيدروكسيد الأمونيوم في الكشف عن كاتيونات المجموعة الثالثة .

ج : لأن كاتيونات المجموعة الثالثة تترسب على هيئة هيدروكسيدات (هيدروكسيدات لا تذوب في الماء)

الكاثيون الرمز نفاعله مع كاشف المجموعة [النجربة الأساسية]

محلول الملح + كاشف المجموعة (هيدروكسيد الأمونيوم) يتكون راسب أبيض جلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب في الأحماض المخففة و $NaOH$



محلول الملح + هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب أبيض جلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم



يذوب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم مكوناً ميتا الومينات الصوديوم



النجربة التأكسدية

نفاعله مع كاشف المجموعة [النجربة الأساسية]

الكاثيون الرمز

محلول الملح + كاشف المجموعة (هيدروكسيد الأمونيوم) يتكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر بالتعرض للهواء و يذوب في الأحماض



الحديد (II) Fe^{2+}

محلول الملح + هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب أبيض مخضر من

هيدروكسيد الحديد (II)



النجربة التأكسدية

نفاعله مع كاشف المجموعة [النجربة الأساسية]

الكاثيون الرمز

محلول الملح + كاشف المجموعة (هيدروكسيد الأمونيوم) يتكون راسب جلاتيني لونه بني محمر من هيدروكسيد الحديد (III) يذوب في الأحماض



الحديد (III) Fe^{3+}

محلول الملح + هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب بني محمر من

هيدروكسيد الحديد (III)



النجربة التأكسدية

المجموعة التحليلية الخامسة

أحد كاتيوناتها : الكالسيوم

تترسب كاتيونات المجموعة التحليلية الخامسة على هيئة كربونات بإضافة كربونات الأمونيوم

نفاعله مع كاشف المجموعة [النجربة الأساسية]

الكاثيون الرمز

محلول الملح + كاشف المجموعة (كربونات الأمونيوم) يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم يذوب في حمض HCl المخفف



ويذوب في الماء المحتوي على CO_2



الكالسيوم Ca^{2+}

محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف يتكون راسب أبيض من كبريتات

الكالسيوم

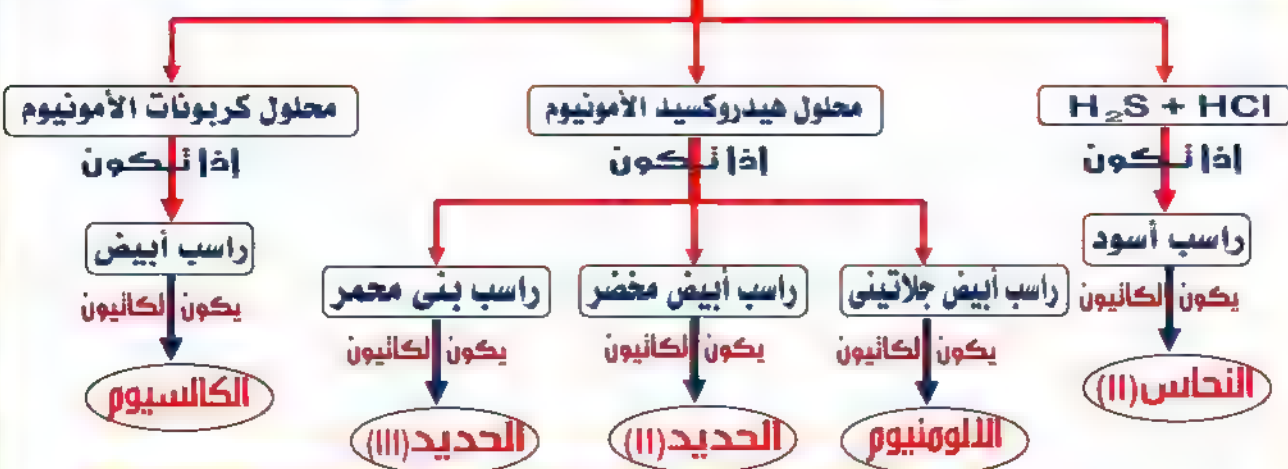


الكشف الجاف: تكسب كاتيوناته لهب بنزني لون أحمر طوي

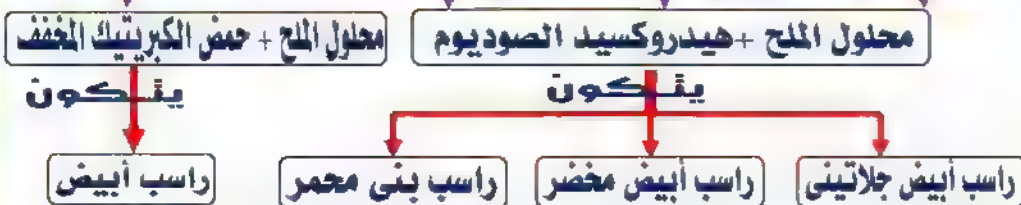
النجربة التأكسدية

ملخص الكشف عن الشقوق القاعدية (الكاتيونات)

التجربة الأساسية: محلول الملح



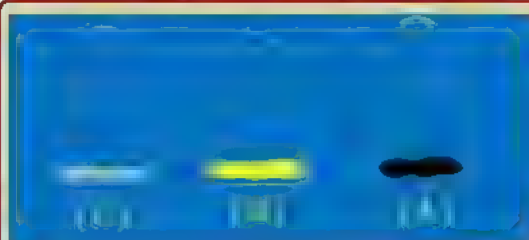
التجربة التأكيذية



سؤال : أمامك عينتان (أ) ، (ب) من محلول ملح ما .

إذا علمت أن الراسب الأبيض المتكون في (ب) لا يذوب في الأحماض استنتج الصيغة الكيميائية للملح . ثم اكتب المعادلات الكيميائية المعبرة عن التفاعلات العارضة في كلا العينتين

كيف نميز بين : هيدروكسيد الالومنيوم وهيدروكسيد الحديد (III) (باستخدام هيدروكسيد الصوديوم)



سؤال : أمامك ثلاث محاليل أملاح مختلفة للصوديوم

أضيف إلى المحاليل الثلاث محلول نترات الفضة إذا علمت أن الراسب الأبيض المتكون في (C) يسود بالتسخين والراسب الأصفر المتكون في (B) يذوب في محلول النشادر استنتج أنيونات الأملاح الثلاثة . ثم اكتب المعادلات الكيميائية المعبرة عن التفاعلات العارضة .

الكشف

५

تاریخ



الکثیر

5

جہانگیر



نراكم معرفى

المول : هو كمية المادة التى تحتوى على عدد أفوجادرو من الجسيمات (جزيئات أو ذرات أو أيونات أو وحدات صيفية أو إلكترونات)



■ نلاحظ يلزم ٣ مول من الإلكترونات لإختزال ١ مول من أيونات Al^{+3} لتكوين ١ مول من Al

الكتلة المولية (g) :- مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة فى تركيب الجزيء أو وحدة الصيغة مقدرة بوحدة الجرام .

احسب عدد المولات فى ٤٥٠ جرام من كربونات الكالسيوم

[Ca=40 , C=12 , O=16]

١ مول من كربونات الكالسيوم $CaCO_3 = 40 + 12 + (3 \times 16) = 100$ جرام

عدد المولات = كتلة المادة ÷ الكتلة المولية = $450 \div 100 = 4.5$ مول

احسب عدد الجزيئات فى ٢ مول من النشادر

عدد الجزيئات = عدد المولات × عدد أفوجادرو

عدد الجزيئات = $2 \times 6.02 \times 10^{23} = 12.04 \times 10^{23}$ جزيء

احسب عدد المولات فى ٦٧.٢ لتر من غاز النشادر فى STP

عدد المولات = حجم الغاز ÷ ٢٢.٤

عدد المولات = $67.2 \div 22.4 = 3$ مول

احسب كثافة الأكسجين تحت الظروف القياسية (STP) [O=16]

الكتلة المولية للأكسجين = $2 \times 16 = 32$ جرام

كثافة الأكسجين = $32 \div 22.4 = 1.43$ جم / لتر

احسب تركيز محلول (Na_2CO_3) الناتج من إذابة ٢٦.٥ جرام منه فى

٥٠٠ مليلتر من الماء [Na=23 , C=12 , O=16]

المول الواحد من $(Na_2CO_3) = (2 \times 23) + 12 + (3 \times 16) = 106$ جرام

عدد المولات = $26.5 \div 106 = 0.25$ مول

الحجم باللتر = $500 \div 1000 = 0.5$ لتر

التركيز = $0.25 \div 0.5 = 0.5$ مولاري

كتلة العنصر فى مول من المركب

الكتلة المولية للمركب

النسبة المئوية الكتلية لعنصر فى مركب =

كتلة المركب فى العينة

الكتلة العينة غير النقية

النسبة المئوية الكتلية لمركب فى عينة غير نقية =

ثانياً التحليل الكيميائي الكمي

أولاً التحليل الحجمي

ثانياً التحليل الكتلي

طريقة تعتمد على قياس حجم المواد المراد تقديرها

يعتمد على فصل المكون المراد تقديره ثم تعيين كتلته

سؤال : قارن بين:-

التحليل الحجمي والتحليل الكتلي (الوزني)

ما المقصود بـ : المعايرة - المحلول القياسي

أولاً: التحليل الحجمي

المعايرة

هي تقدير تركيز مادة معلومة الحجم باستخدام مادة معلومة الحجم والتركيز (المحلول القياسي)

أو هي عملية تعيين تركيز حمض أو (قاعدة) بمعلومية الحجم اللازم منه للتفاعل مع قاعدة أو (حمض) معلوم الحجم والتركيز

هو محلول معلوم الحجم والتركيز

المحلول القياسي

- لإختيار المحلول القياسي يجب معرفة التفاعل المناسب الذي يتم بين محلولي المادتين ونقسم هذه التفاعلات إلى:-

[١] تفاعلات تعادل : وتستخدم لتقدير الأحماض والقواعد.

[٢] تفاعلات أكسدة واختزال : وتستخدم في تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة.

[٣] تفاعلات الترسيب : وتستخدم في تقدير المواد التي تعطى نواتج شحيحة الذوبان في الماء.

في تفاعلات التعادل : تستخدم أدلة لمعرفة النقطة التي يتم عندها تمام التفاعل (نقطة التعادل).

الأدلة

هي مواد يتغير لونها بتغير وسط التفاعل وتستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل

الدليل	اللون في الوسط الحمضي	اللون في الوسط القلوي	اللون في الوسط المتعادل
عباد الشمس	أحمر	أزرق	أخضر فاتح
الميثيل البرتقالي	أحمر	أصفر	برتقالي
أزرق برونيمول	أصفر	أزرق	أخضر فاتح
الفينولفثالين	عديم اللون	أحمر	عديم اللون

حل : لا يستخدم الوسط العاظمى فى التمييز بين عباد الشمس والميثيل البرتقالى

الإجابة : لأن كلاهما يعطى لون احمر فى الوسط العاظمى

حل : لا يستخدم الوسط القلوى فى التمييز بين عباد الشمس وأزرق برونموثيمول

الإجابة : لأن كلاهما يعطى لون أزرق فى الوسط القلوى

حل : لا يستخدم الفينولفثالين فى الكشف عن المعاليل العاظمية

الإجابة : لأنه يكون عديم اللون (يزول لونه) فى المعاليل العاظمية

س : اشرح كيف يهكك عهلياً تعيين تركيز و حلول هيدروكسيد الصوديوم وعلوم الحجر بواسطة و حلول حمض الهيدروكلوريك وعلوم التركيز

- يوضع حجم معلوم من محلول NaOH فى الدورق ويضاف إليها نقطتين من دليل مناسب.
- يوضع محلول معلوم التركيز (٠,١ مولارى) من حمض HCl فى السحاحة
- نضيف الحمض بالتدريج إلى محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى يتغير لون الدليل إلى اللون المناسب الذى يدل على نهاية التفاعل (نقطة التعادل)



$$\frac{M_a \times V_a}{n_a} = \frac{M_b \times V_b}{n_b}$$

يستخدم القانون الدلى:

أو

$$M_a V_a n_b = M_b V_b n_a$$

حيث:-

M_b	م	M_a
V_b	ل	V_a
n_b	ل	n_a

ملاحظات هامة

الدليل	مدى PH له	يستخدم عند معايرة
عباد الشمس	٨ : ٥	حمض قوي مع قاعدة قوية
الميثيل البرتقالى	٤,٤ : ٣,١	حمض قوي مع قاعدة ضعيفة
أزرق برونموثيمول	٧,٦ : ٦	حمض قوي مع قاعدة قوية
الفينولفثالين	٨,٣ : ١٠	حمض ضعيف مع قاعدة قوية

الصيف الكيمائية لبعض الأحماض والقواعد :

HNO ₃	حمض النيتريك	H ₂ SO ₄	حمض الكبريتيك	HCl	حمض الهيدروكلوريك
Ca(OH) ₂	هيدروكسيد الكالسيوم	KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم	NaOH	هيدروكسيد الصوديوم

مثال : أجريت معايرة ٢٥ مليلتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH باستخدام حمض HCl ٠.١ مولاري وعند تمام التفاعل استهلك ٢١ مليلتر من الحمض احسب تركيز NaOH (الصودا الكاوية)

الحل

نكتب المعادلة الموزونة لتفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك



$$\frac{M_a \times V_a}{n_a} = \frac{M_b \times V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.1 \times 21}{1} = \frac{M_b \times 25}{1}$$

$$M_b = \frac{0.1 \times 21}{25} = 0.084 \text{ مول/لتر}$$

مثال أذيب ٥.٣ جرام من كربونات الصوديوم في الماء المقطر حتى أصبح حجم المحلول ٠.٨ لتر ثم أخذ ٥٠ مللي من هذا المحلول فتعادل مع ١٠ مللي من حمض الهيدروكلوريك احسب تركيز الحمض

[Na= 23 , O= 16 , C= 12]



أولاً : نحسب تركيز كربونات الصوديوم = $\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \frac{\text{كتلة المادة : الكتلة المولية}}{\text{الحجم باللتر}}$

الكتلة المولية لكربونات الصوديوم $\text{Na}_2\text{CO}_3 = (2 \times 23) + 12 + (3 \times 16) = 106$ جرام

$$\text{تركيز كربونات الصوديوم} = \frac{106 \div 5.3}{0.8} = 0.0625 \text{ مولاري}$$

$$\frac{M_a \times V_a}{n_a} = \frac{M_b \times V_b}{n_b}$$

$$\frac{M_a \times 10}{2} = \frac{0.0625 \times 50}{1}$$

$$M_a = \frac{2 \times 0.0625 \times 50}{10 \times 1} = 0.625 \text{ مول/لتر}$$

إذا كان المجهول تركيز وحجم القاعدة أو الحمض

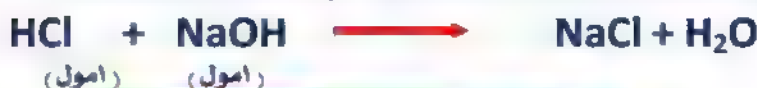
١- نستبدله بعدد المولات

٢- نضرب عدد المولات في كتلة المول (المولية) لحساب كتلة الحمض أو القاعدة

٣- نقسم الكتلة على كتلة الخليط (العينة) ونضرب الناتج في ١٠٠ لمعرفة النسبة المئوية

مثال: مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد الصوديوم وكلوريد الصوديوم. نأخذ لعينة ١٠ جرام منه حتى تمام التفاعل ١٠ مليلتر من ٠.١ مولاري حمض هيدروكلوريك. احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط
[Na = 23 , O = 16 , H = 1]

- نكتب المعادلة الموزونة لتفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك



$$\frac{M_a \times V_a}{n_a} = \frac{M_b \times V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.1 \times 0.01}{1} = \frac{M_b \times V_b}{1}$$

$$M_b \times V_b = \text{عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم} = 0.001 \text{ مول}$$

- كتلة هيدروكسيد الصوديوم = عدد المولات × كتلة المول الواحد

$$= 0.001 \times (23 + 16 + 1) = 0.04 \text{ جرام}$$

$$\text{نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط} = \frac{100 \times 0.04}{0.1} = 40\%$$

مثال: أضيف ١٠ مليلتر من ٠.١ مولر حمض الكبريتيك إلى ٠.٢ جرام من عينة غير نقية من كربونات الكالسيوم حتى تمام التفاعل. احسب نسبة كربونات الكالسيوم في العينة (درجة نقاء العينة)

[Ca = 40 , O = 16 , C = 12]

- نكتب المعادلة الموزونة لتفاعل حمض الكبريتيك مع كربونات الكالسيوم



$$\frac{M_a \times V_a}{n_a} = \frac{M_b \times V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.1 \times 0.01}{1} = \frac{M_b \times V_b}{1}$$

$$M_b \times V_b = \text{عدد مولات كربونات الكالسيوم} = 0.001 \text{ مول}$$

- كتلة كربونات الكالسيوم = عدد المولات × كتلة المول الواحد

$$= 0.001 \times [(2 \times 16) + 12 + 40] = 0.1 \text{ جرام}$$

$$\text{نسبة كربونات الكالسيوم في العينة} = \frac{100 \times 0.1}{0.2} = 50\%$$

مسائل التخفيف

عدد مولات المذاب (قبل التخفيف) = عدد مولات المذاب (بعد التخفيف)
 التركيز × الحجم (قبل التخفيف) = التركيز × الحجم (بعد التخفيف)

مثال: احسب حجم الماء اللازم إضافته إلى ٢٠٠ مليلتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه ٠,٢ مول/لتر لتحويله إلى محلول تركيزه ٠,١ مول/لتر

التركيز × الحجم (قبل التخفيف) = التركيز × الحجم (بعد التخفيف)
 $0,2 \times 200 = 0,1 \times \text{الحجم (بعد التخفيف)}$

الحجم (بعد التخفيف) = $\frac{200 \times 0,2}{0,1} = 400$ مليلتر

الحجم اللازم إضافته ليصبح ١٠٠ مللي = $400 - 100 = 300$ مليلتر

لتحديد إذا كان المحلول حامض أو قلوي أو متعادل بمعلومية التركيز والحجم

إذا كان $M_a V_a n_b = M_b V_b n_a$ يكون المحلول متعادل

إذا كان $M_a V_a n_b > M_b V_b n_a$ يكون المحلول حامض

إذا كان $M_a V_a n_b < M_b V_b n_a$ يكون المحلول قاعدي

٢) ثانياً: التحليل الكلي

- يتم فصل أحد مكونات الهادة بأحدى الطرق الآتية :
١- طريقة النطاير
٢- طريقة الترسيب

أولاً : طريقة النطاير

- هي طريقة تعتمد على تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره
خطوات حل المسائل :

١- كتلة ماء التبليز = الكتلة المتهدرقة - الكتلة الجافة (بعد التسخين)

$$\frac{\text{كتلة ماء التبليز}}{\text{الكتلة المتهدرقة}}$$

٢- النسبة المئوية لماء التبليز =

٣- نحسب الكتلة الجزيئية للمركب غير المتهدرقة (بدون ماء)

$$\frac{\text{الكتلة الجزيئية للمركب} \times \text{كتلة ماء التبليز}}{\text{الكتلة الجافة} \times 18}$$

٤- عدد جزيئات الماء في الجزيء =

مثال: إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرقة $\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ تساوي ٢,٦٩٠٢ جرام سُفِّتَت
تسقيفاً شديداً حتى ثَبَّتَت كتلتها فوجدت ٢,٢٩٢٣ جرام. احسب النسبة المئوية لماء التبليز. ثم اوجد عدد
جزيئات ماء التبليز المرتبطة بجزيء كلوريد الباريوم وصيغته الجزيئية
[$\text{Ba}=137$, $\text{Cl}=35.5$, $\text{O}=16$, $\text{H}=1$]

الحل

كتلة ماء التبليز = الكتلة قبل التسخين - الكتلة بعد التسخين

$$= 2.2923 - 2.6902 = 0.398 \text{ جم}$$

$$\text{النسبة المئوية لماء التبليز} = \frac{\text{كتلة ماء التبليز}}{\text{الكتلة المتهدرقة}} = \frac{100 \times 0.398}{2.6902} = 14.79\%$$

الكتلة الجزيئية لـ $\text{BaCl}_2 = 137 + (2 \times 35.5) = 208$ جرام

عدد جزيئات الماء في الجزيء = $\frac{\text{الكتلة الجزيئية للمركب} \times \text{كتلة ماء التبليز}}{\text{الكتلة الجافة} \times 18}$

$$= \frac{0.398 \times 208}{18 \times 2.2923} = 2 \text{ جزيء}$$

∴ الصيغة الجزيئية هي $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

مثال :- اكتب الصيغة الكيميائية لبلورات كلوريد الحديد (III) $\text{FeCl}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ من المعلومات الآتية:
 كتلة الجفنة (زجاجة الوزن) فارغة = ٩,٣٧٥ جرام
 كتلة الجفنة وبها كلوريد الحديد المتهدرت = ١٠,٧٢٧٥ جرام
 كتلة الجفنة بعد التسخين = ١٠,١٨٧٥ جرام
 [Fe = 56 , Cl = 35.5 , H = 1 , O = 16]

الحل

كتلة الملح المتهدرت = ١٠,٧٢٧٥ - ٩,٣٧٥ = ١,٣٥٢٥ جرام
 كتلة الملح الجاف = ١٠,١٨٧٥ - ٩,٣٧٥ = ٠,٨١٢٥ جرام
 كتلة ماء التبخر = ١,٣٥٢٥ - ٠,٨١٢٥ = ٠,٥٤ جرام
 الكتلة المولية لـ **ملح الجاف** $\text{FeCl}_3 = 56 + (3 \times 35,5) = 162,5$ جرام
 عدد جزيئات الماء في الجزيء = $\frac{\text{الكتلة المولية للملح الجاف} \times \text{كتلة ماء التبخر}}{\text{الكتلة الجافة} \times 18}$

$$\therefore \text{الصيغة الكيميائية هي } \text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} = \frac{0,54 \times 162,5}{18 \times 0,8125} = 6 \text{ جزيء}$$

مثال :- احسب عدد مولات ماء التبخر في عينة من كبريتات الماغنسيوم المتهدرة $\text{MgSO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ إذا علمت أنها تحتوي على ٦٢,٢٦ ٪ من كتلتها ماء تبخر .
 [Mg = 24 , S = 32 , H = 1 , O = 16]

كتلة الملح المتهدرت	كتلة الملح الجاف	كتلة ماء التبخر	عدد مولات مولات التبخر
١٠٠	٣٧,٧٤	٦٢,٢٦	٦٢,٢٦ × ١٢٠
الكتلة المولية	١٢٠	١٨	١٨ × ٣٧,٧٤
الصيغة الكيميائية هي $\text{MgSO}_4 \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$			

مثال :- عينة من كلوريد الحديد (II) المتهدرت $\text{FeCl}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ كتلتها ٢ جم فإذا كانت نسبة ماء التبخر في العينة ٣٦,١٨ ٪ احسب كتلة ماء التبخر في العينة ، واكتب الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت
 [Fe = 56 , Cl = 35.5 , H = 1 , O = 16]
 [الجواب : ٠,٧٢٣٦ جرام - $\text{FeCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$]

ثانياً : طريقة الترسيب

- هي طريقة تعتمد على ترسيب العنصر أو المركب المراد تقديره على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان في الماء وفصل بورق ترشيح بدون رماد.

ورق ترشيح بدون رماد ← نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك أي رماد

مثال أضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد أن كتلته = ٢ جم احسب كتلة كلوريد الباريوم في المحلول. [O = 16 , S = 32 , Cl = 35.5 , Ba = 137]

الحل



س: كتلة كلوريد الباريوم BaCl_2 (المطلوب) =

$$\frac{\text{عدد مولات } \text{BaCl}_2 \text{ (من المعادلة) (المطلوب)} \times \text{كتلة المول الواحد من } \text{BaCl}_2 \text{ (المطلوب)} \times \text{كتلة } \text{BaSO}_4 \text{ (من المسألة)}}{\text{عدد مولات } \text{BaSO}_4 \text{ (المعطى)} \times \text{كتلة المول منه (المعطى)}}$$

$$= \frac{2 \times [(35.5 \times 2) + 137] \times 1}{[(4 \times 16) + 32 + 137] \times 1} = 1.785 \text{ جم}$$

مثال أذيب ٢ جرام من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء وأضيف إليه وفرة من نترات الفضة فترسب ٤.٦٣٨ جرام من كلوريد الفضة. احسب نسبة الكلور في العينة [Ag=108 , Cl= 35,5 , Na = 23]

الحل



$$\frac{\text{عدد مولات } \text{NaCl} \text{ (من المعادلة) (المطلوب)} \times \text{كتلة المول الواحد من } \text{NaCl} \text{ (المطلوب)} \times \text{كتلة } \text{AgCl} \text{ (من المسألة)}}{\text{عدد مولات } \text{AgCl} \text{ (المعطى)} \times \text{كتلة المول منه (المعطى)}}$$

$$= \frac{4.638 \times [35.5 + 23] \times 1}{[35.5 + 108] \times 1} = 1.89 \text{ جم}$$

كتلة كلوريد الصوديوم NaCl



$$= \frac{1.89 \times [35.5] \times 1}{[35.5 + 23] \times 1} = 1.15 \text{ جم}$$

كتلة الكلور Cl_2 العينة

$$= \frac{100 \times 1.15}{2} = 57.5\%$$

نسبة الكلور Cl_2 العينة = كتلة الكلور × ١٠٠ ÷ كتلة العينة

مثال ١٠ جرام من خليط مكون من كبريتات الصوديوم وكلوريد صوديوم أضيف إليه حمض كبريتيك مركز مع التسخين وجمع غاز كلوريد الهيدروجين المتصاعد فكان حجمه ٢,٢٤ لتر في (STP). احسب نسبة كبريتات الصوديوم في الخليط.

$$[Cl = 35,5, Na = 23]$$

- لاحظ هنا التفاعل بين حمض الكبريتيك وكلوريد الصوديوم ولا يتفاعل مع كبريتات الصوديوم لأن بينهما أيون مشترك وهو الكبريتات $(SO_4)^{2-}$



٢ مول (مطلوب)

٢ مول (معطى)

عدد مولات (المطلوب) (من المعادلة) × كتلة المول الواحد من (المطلوب) × كتلة (المعطى) (من المسألة)

عدد مولات (المعطى) (من المعادلة) × (٢٢,٤)

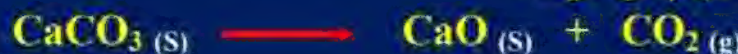
$$كتلة كلوريد الصوديوم NaCl = \frac{٢,٢٤ \times [٢٥,٥ + ٢٣] \times ٢}{٢٢,٤ \times ٢} = ٥,٨٥ \text{ جم}$$

$$كتلة كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 = ١٠ - ٥,٨٥ = ٤,١٥ \text{ جم}$$

$$نسبة الكلور Cl_2 \text{ العينة} = \frac{كتلة كبريتات الصوديوم في الخليط \times ١٠٠}{كتلة الخليط} = \frac{١٠٠ \times ٤,١٥}{١٠} = ٤١,٥ \%$$

مثال سخن ٥,٢٦٣ جرام من عينة غير نقية من كربونات الكالسيوم قُتِبَقِي بعد التسخين ٣,٠٦٣ جرام. احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة.

[الجواب : ٢٩,٤٩ %]



$$[Na=23, C=12, O=16, H=1] \text{ [أجب بنفسك]}$$

مثال يحتوى خام الحديد على ٣٠٪ من أكسيد الحديد Fe_2O_3 (III) كم طناً من الخام يلزم لإنتاج طن واحد من الحديد



$$[Fe=56, O=16]$$

- أولاً نحسب كتلة أكسيد الحديد Fe_2O_3 اللازمة لإنتاج طن واحد من الحديد



١ مول (مطلوب)

٢ مول (معطى)

$$كتلة أكسيد الحديد Fe_2O_3 = \frac{١ \times [(١٦ \times ٣) + (٢ \times ٥٦)] \times ١}{٥٦ \times ٢} = ١,٤٣ \text{ جم}$$

Fe_2O_3	←	الخام
٢٠	←	١٠٠
١,٤٣	←	س

$$كتلة الخام = \frac{١٠٠ \times ١,٤٣}{٢٠} = ٤,٧٦ \text{ طن}$$

مثال احسب تركيز حمض الهيدروكلوريك الذي يتعادل ٢٥ مليلتر منه مع ٠,٨٤ جرام من بيكربونات الصوديوم

$$\text{HCl} + \text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

[Na=23 , C=12 , O=16 , H=1]

$$\frac{\text{كتلة القاعدة}}{\text{الكتلة المولية}} = (\text{التركيز} \times \text{الحجم}) \times M_b$$

$$\frac{M_a \times V_a}{n_a} = \frac{\text{كتلة القاعدة}}{n_b \times \text{الكتلة المولية}}$$

$$\frac{M_a \times 0,025}{1} = \frac{0,84}{1 \times 84}$$

$$M_a = 0,4 \text{ مول / لتر}$$



متنساش تتابع جروب العباقرة يا جميل